

(11)Publication number : 2004-101841

(43)Date of publication of application : 02.04.2004

(51)Int.Cl.

G02B 6/22

(21)Application number : 2002-263228

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 09.09.2002

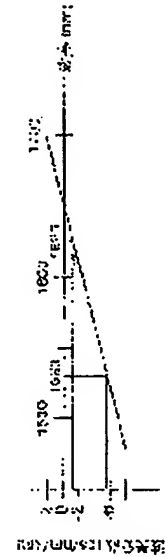
(72)Inventor : TAKAHASHI FUMIO

(54) DISPERSION SHIFTED OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dispersion shifted optical fiber capable of transmitting information of large capacity over a long distance by using signal light of multi-wavelength in a wide wavelength band over a wavelength region of 1,530-1,625nm.

SOLUTION: In the dispersion shifted optical fiber, the zero dispersion wavelength of the optical fiber exists in the long wavelength side longer than 1,640nm, wavelength dispersion in a wavelength region of 1,530-1,625nm is -1.0 to -10.0 ps/nm/km, a dispersion slope is a positive value less than 0.07 ps/nm²/km, polarization mode dispersion in 1,550nm wavelength is ≤ 0.1 ps/(km)^{1/2}, and an effective core cross-sectional area in 1,550nm wavelength is 40-70 μm^2 .



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-101841

(P2004-101841A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 6/22

F1

G02B 6/22

テーマコード(参考)

2H050

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-263228 (P2002-263228)	(71) 出願人	000005290
(22) 出願日	平成14年9月9日(2002.9.9)		古河電気工業株式会社
			東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	高橋 文雄
			東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
			河電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	2H050 AC09 AC15 AC71 AC73 AC75
			AD01

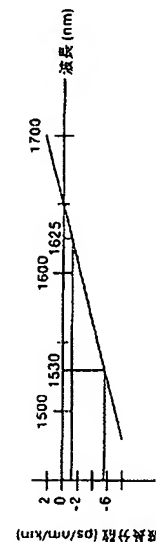
(54) 【発明の名称】 分散シフト光ファイバ

(57) 【要約】

【課題】 波長領域1530～1625nmに亘る広い波長帯域において多波長の信号光を用いて大容量の情報を長距離伝送可能な分散シフト光ファイバを提供すること。

【解決手段】 ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530～1625nmにおける波長分散が $-1.0 \sim -10.0 \text{ ps/nm/km}$ 、分散スロープが $0.07 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 未満の正の値、波長1550nmにおける偏波モード分散が $0.1 \text{ ps/(km)}^{1/2}$ 以下、波長1550nmにおける有効コア断面積が $40 \sim 70 \mu\text{m}^2$ である分散シフト光ファイバ。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ゼロ分散波長が 1640 nm よりも長波長側に存在し、波長領域 $1530\sim 1625\text{ nm}$ における波長分散が $-1.0\sim -10.0\text{ ps/nm/km}$ 、分散スロープが $0.07\text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 未満の正の値、波長 1550 nm における偏波モード分散が $0.1\text{ ps/(km)}^{1/2}$ 以下、波長 1550 nm における有効コア断面積が $40\sim 70\text{ }\mu\text{m}^2$ であることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項 2】

波長 1550 nm における伝送損失が 0.200 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の分散シフト光ファイバ。

10

【請求項 3】

波長 1383 nm における伝送損失が、波長 1310 nm における伝送損失よりも小さく、水素エージング試験前後における波長 1383 nm における伝送損失の増加量が 0.04 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 4】

22 m 長におけるケーブルカットオフ波長が、 1300 nm 以下であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 5】

光軸中心を含み、第 1 の屈折率を有する中心コアと、前記中心コアを取り囲み、前記第 1 の屈折率より小さい第 2 の屈折率を有する第 2 コアと、前記第 2 コアを取り囲み、前記第 2 の屈折率より大きい第 3 の屈折率を有する第 3 コアと、前記第 3 コアを取り囲み、前記第 3 の屈折率より小さい第 4 の屈折率を有するクラッドとを備えることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載の分散シフト光ファイバ。

20

【請求項 6】

前記中心コア、前記第 2 コアおよび前記第 3 コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に設定されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 7】

前記中心コアおよび前記第 3 コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に、前記第 2 コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が負に、それぞれ設定されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載の分散シフト光ファイバ。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多波長の信号光を多重化して光伝送を行う波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 伝送システムにおいて光伝送路として用いられる分散シフト光ファイバに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバ網を用いた WDM 伝送システムは、大容量の情報を長距離伝送することが可能であり、多波長の信号光を送信する送信器、これらの信号光を伝送する光ファイバ、これらの光信号を受信する受信機および信号光を増幅する光増幅器等を含んで構成される。このような WDM 伝送システムにおいて、伝送容量を増大するために、信号光の波長帯域の幅を広げる試みがなされている。

40

【0003】

この場合、非線形光学現象 (特に、四光波混合) に因る信号光の波形劣化を抑制するためには、伝送する信号光の波長帯域において光ファイバの波長分散の絶対値が小さくなり過ぎないようにすることが重要である。一方、累積波長分散に因る信号光の波形劣化を抑制するためには、信号光の波長帯域において、光ファイバの波長分散の絶対値が大き過ぎな

50

いように適度な値とすることも重要である。

【0004】

このため、このような問題点を解消することを意図した光ファイバが開示されている（特許文献1参照）。この光ファイバは、ゼロ分散波長が1575～1595nmに存在し、モードフィールド径が7.9～9.1μm、分散スロープが0.10ps/nm²/km以下、カットオフ波長が1500nm以下、波長1550nmにおける伝送損失が0.203dB/km以下である。また、この光ファイバは、実施例に記載された分散スロープの値が0.07～0.08ps/nm²/kmである（表5参照）。

【0005】

【特許文献1】

米国特許第6,282,354号（請求の範囲2,5,7,表5）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年、光ファイバ増幅器が利得を有する波長帯域の拡大が鋭意検討されてきており、波長領域1530～1625nmの信号光まで増幅が可能となってきた。しかしながら、特許文献1に開示された光ファイバは、波長領域1525～1565nmでの使用を意図したものであって、波長領域1565～1625nmでの使用については考慮されていない。

【0007】

従って、このような光ファイバ増幅器と特許文献1に開示された光ファイバとを組み合わせたWDM伝送システムでは、光ファイバ増幅器が利得を有する波長帯域であっても、特許文献1の光ファイバを用いることによって、ゼロ分散波長付近で非線型光学現象が発生し易いので、このゼロ分散波長付近の信号光を用いて長距離伝送を行うことができないという問題があった。

【0008】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、波長領域1530～1625nmに亘る広い波長帯域において多波長の信号光を用いて大容量の情報を長距離伝送可能な分散シフト光ファイバを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1の発明に係る分散シフト光ファイバは、ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530～1625nmにおける波長分散が $-1.0 \sim -10.0$ ps/nm/km、分散スロープが0.07ps/nm²/km未満の正の値、波長1550nmにおける偏波モード分散（PMD: Polarization Mode Dispersion）が0.1ps/(km)^{1/2}以下、波長1550nmにおける有効コア断面積が40～70μm²であることを特徴とする。

【0010】

請求項1の発明によれば、分散シフト光ファイバは、波長1530～1625nmに亘る広い波長帯域においてゼロ分散となる波長が存在せず、波長分散が上記数値範囲内の値であるので、多波長の信号光を用いて大容量の情報を長距離伝送しても、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化および累積波長分散に因る信号光の波形劣化の双方が抑制される。また、分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおけるPMDが0.1ps/(km)^{1/2}以下であるので、光通信を高速で行うことが可能となる。さらに、分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおける有効コア断面積が40～70μm²であるので、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化が更に抑制され、ケーブル化等で発生する曲げに対しても、伝送損失の増加が抑制される。

【0011】

また、請求項2の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、波長1550nmにおける伝送損失が0.200dB/km以下であることを特徴とする。

【0012】

請求項2の発明によれば、分散シフト光ファイバは、伝送損失が十分に小さい。このため、この発明の分散シフト光ファイバを用いた光伝送システムは、中継間隔が長くなり、光増幅器の設置台数が少なくなるので、全体として安価なものとなる。

【0013】

また、請求項3の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、波長1383nmにおける伝送損失が、波長1310nmにおける伝送損失よりも小さく、水素エージング試験前後における波長1383nmにおける伝送損失の増加量が0.04dB/km以下であることを特徴とする。

【0014】

請求項3の発明によれば、分散シフト光ファイバは、水分に伴う水酸イオン(OH基)に起因した吸収ピークが存在する波長1383nm付近の光をも信号光として用いることができるので、伝送容量が更に増大する。

【0015】

また、請求項4の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、22m長におけるケーブルカットオフ波長が、1300nm以下であることを特徴とする。

【0016】

請求項4の発明によれば、分散シフト光ファイバは、波長1300nm以上でシングルモード動作が可能となるため、1300nm~1625nmの波長範囲全体を信号波長帯域とするWDM伝送路を実現する。

【0017】

また、請求項5の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、光軸中心を含み、第1の屈折率を有する中心コアと、前記中心コアを取り囲み、前記第1の屈折率より小さい第2の屈折率を有する第2コアと、前記第2コアを取り囲み、前記第2の屈折率より大きい第3の屈折率を有する第3コアと、前記第3コアを取り囲み、前記第3の屈折率より小さい第4の屈折率を有するクラッドとを備えることを特徴とする。

【0018】

請求項5の発明によれば、このような構成とすることで、波長領域1530~1625nmにおいて波長分散が $-1.0 \sim -10.0 \text{ ps/nm/km}$ となる分散シフト光ファイバが実現される。

【0019】

また、請求項6の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、前記中心コア、前記第2コアおよび前記第3コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に設定され、請求項7の発明に係る分散シフト光ファイバは、上記の発明において、前記中心コアおよび前記第3コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に、前記第2コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が負に、それぞれ設定されていることを特徴とする。

【0020】

請求項6および請求項7の発明によれば、比屈折率差を上記のように設定することで、ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530~1625nmにおける波長分散が $-1.0 \sim -10.0 \text{ ps/nm/km}$ 、分散スロープが $0.07 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 未満の正の値、波長1550nmにおけるPMDが $0.1 \text{ ps/(km)}^{1/2}$ 以下、波長1550nmにおける有効コア断面積が $40 \sim 70 \mu\text{m}^2$ となる分散シフト光ファイバが実現される。

【0021】

ここで、本明細書において、水素エージング試験とは、IEC60793-2-50 (first edition 2002-01) Annex C Section C3.1に規定される方法に従って行う試験をいう。ただし、波長 λ_y は、1383nmとする。22m長におけるケーブルカットオフ波長とは、ITU-T (国際電気通信連合) G.650で定義するケーブルカットオフ波長 λ_{cc} をいう。その他、本明細書で特に定義しない用語についてはITU-T G.650における定義、測定方法に従うものとする。

10

20

30

40

50

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して、この発明に係る分散シフト光ファイバの好適な実施の形態について説明する。

【0023】

(実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1である分散シフト光ファイバを示し、(a)は分散シフト光ファイバの構成図、(b)は屈折率プロファイルを示す図である。実施の形態1である分散シフト光ファイバ1は、光軸中心Cを含む中心コア1a(屈折率= n_1 、外径 D_1)の周囲に第2コア1b(屈折率= n_2 、外径 D_2)、第3コア1c(屈折率= n_3 、外径 D_3)及びクラッド1d(屈折率= n_4 、外径 D_4)が同心円状に形成されている。分散シフト光ファイバ1は、各部分の屈折率を n_1 、 $n_3 > n_2$ 、 n_1 、 n_2 、 $n_3 > n_4$ とすることで、中心コア1a、第2コア1b、第3コア1cのクラッド1dに対する比屈折率差が正に設定され、より好適には、中心コア1aのクラッド1dに対する比屈折率差 Δ_1 (%)が $0.7 \leq \Delta_1 \leq 0.9$ である。

10

【0024】

このような屈折率プロファイルを有する分散シフト光ファイバ1は、石英ガラスをベースとし、中心コア1a、第2コア1b、第3コア1c及びクラッド1dに対応する中心コア領域、第2コア領域および第3コア領域にドーパント(GeO₂)を添加したプリフォームを線引きして製造される。

20

【0025】

分散シフト光ファイバ1は、図2に示すように、ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530~1625nmにおける波長分散が $-1.0 \sim -10.0$ ps/nm/km、分散スロープが 0.07 ps/nm²/km未満の正の値である。従って、分散シフト光ファイバ1は、信号光の波形劣化および累積波長分散に因る信号光の波形劣化の双方が抑制され、波長領域1530~1625nmに亘る広い波長帯域における多波長の信号光を用いて大容量の長距離伝送が可能である。

【0026】

また、分散シフト光ファイバ1は、波長1550nmにおけるPMDを 0.1 ps/(km)^{1/2}以下とすることで、光通信を高速で行うことが可能となる。さらに、分散シフト光ファイバ1は、波長1550nmにおける有効コア断面積を $40 \sim 70 \mu\text{m}^2$ とすることで、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化を更に抑制できると共に、ケーブル化等で発生する曲げに対しても、伝送損失の増加を抑制できる。

30

【0027】

図1に示す構成の分散シフト光ファイバ1を試作したところ、中心コア1aの外径 D_1 は $5.4 \mu\text{m}$ 、第2コア1bの外径 D_2 は $9.8 \mu\text{m}$ 、第3コア1cの外径 D_3 は $20 \mu\text{m}$ であり、クラッド1dの外径 D_4 は $125 \mu\text{m}$ であった。また、中心コア1aの比屈折率差 Δ_1 は 0.82% であり、第2コア1bの比屈折率差 Δ_2 は 0.05% であり、第3コア1cの比屈折率差 Δ_3 は 0.3% であった。ここで、線引きされた分散シフト光ファイバ1は、耐水素性を向上させるために、重水素からなる雰囲気中に3時間程、暴露した。

40

【0028】

試作した分散シフト光ファイバ1について特性を測定したところ、ゼロ分散波長が1664nm、波長1530~1625nmにおける波長分散が $-2.0 \sim -7.1$ ps/nm/kmであり、分散スロープが 0.056 ps/nm²/kmであった。また、波長1550nmにおけるPMDは 0.079 ps/nm/(km)^{1/2}、波長1550nmにおける有効コア断面積は $53 \mu\text{m}^2$ であった。

【0029】

一方、波長1550nmにおける伝送損失は 0.192 dB/kmであり、波長1310nmおよび1383nmにおける伝送損失は、それぞれ 0.37 dB/km、 0.33 dB/kmであった。また、水素エージング試験前後での波長1383nmにおける伝送損

50

失の増加はなかった。さらに、22m長におけるケーブルカットオフ波長は1222nmであった。

【0030】

(実施の形態2)

図3は、この発明の実施の形態2である分散シフト光ファイバを示し、(a)は分散シフト光ファイバの構成図、(b)は屈折率プロファイルを示す図である。実施の形態1である分散シフト光ファイバ1は、中心コア1a、第2コア1bおよび第3コア1cのクラッド1dに対する比屈折率差を正に設定したが、実施の形態2である分散シフト光ファイバ2は、中心コア2aおよび第3コア2cのクラッド2dに対する比屈折率差が正に、第2コア2bのクラッド2dに対する比屈折率差が負に、それぞれ設定されている。

10

【0031】

ここで、図3に示す構成の分散シフト光ファイバ2を3種類(No.1~No.3)試作したところ、中心コア2aの外径D1、第2コア2bの外径D2、第3コア2cの外径D3、クラッド2dの外径D4、中心コア2aの比屈折率差 $\Delta 1$ 、第2コア2bの比屈折率差 $\Delta 2$ 、第3コア2cの比屈折率差 $\Delta 3$ および中心コア2aの屈折率分布の形状を表す指数 α は、表1のようであった。このとき、線引きされた分散シフト光ファイバ2は、分散シフト光ファイバ1と同様に耐水素性を向上させるために、重水素からなる雰囲気中に3時間程、暴露した。

【0032】

【表1】

20

	D1 (μm)	D2 (μm)	D3 (μm)	D4 (μm)	$\Delta 1$ (%)	$\Delta 2$ (%)	$\Delta 3$ (%)	α
No.1	6.7	12.4	17.4	125	0.60	-0.27	0.24	4
No.2	6.9	12.4	18.8	125	0.58	-0.30	0.21	4
No.3	7.0	11.7	17.8	125	0.58	-0.36	0.21	4

また、試作した分散シフト光ファイバ2について特性を測定したところ、波長分散($\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$)、分散スロープ($\text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$)、PMD($\text{ps}/(\text{km})^{1/2}$)および有効コア断面積 A_{eff} (μm^2)は表2の通りであった。そして、22m長におけるケーブルカットオフ波長 λ_{cc} (nm)を併せて測定したところ、表1に示すように1300nmよりも短いことが確認された。

30

【0033】

【表2】

	波長分散 (ps/nm/km)		分散スロープ (ps/nm ² /km)		PMD (ps/km ^{1/2})	A_{eff} (μm^2)	λ_{cc} (nm)
	1550nm	1625nm	1550nm	1625nm	1550nm	(22m)	1550nm
No.1	-2.24	-0.99	0.0141	0.0207	0.024	43.0	<1300
No.2	-2.10	-1.42	0.0064	0.0138	0.063	44.2	<1300
No.3	-1.98	-0.98	0.0103	0.0178	0.082	43.9	<1300

40

分散シフト光ファイバ2は、ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530~1625nmにおける波長分散が-1.0~-10.0ps/nm/km、分散スロープが0.07ps/nm²/km未満の正の値である。従って、分散シフト光ファイバ2は、信号光の波形劣化および累積波長分散に因る信号光の波形劣化の双方が抑制され、波長領域1530~1625nmに亘る広い波長帯域における多波長の信号光

50

を用いて大容量の長距離伝送が可能である。

【0034】

また、分散シフト光ファイバ2は、波長1550nmにおけるPMDが0.1以下なので、光通信を高速で行うことが可能となる。さらに、分散シフト光ファイバ2は、波長1550nmにおける有効コア断面積が40~45 μm^2 なので、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化を更に抑制できると共に、ケーブル化等で発生する曲げに対しても、伝送損失の増加を抑制できる。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、ゼロ分散波長が1640nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530~1625nmにおける波長分散が-1.0~-10.0ps/nm/km、分散スロープが0.07ps/nm²/km未満の正の値で、波長1530~1625nmに亘る広い波長帯域においてゼロ分散となる波長が存在せず、波長分散が上記数値範囲内の値であるので、多波長の信号光を用いて大容量の情報を長距離伝送しても、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化および累積波長分散に因る信号光の波形劣化の双方が抑制されるという効果を奏する。また、分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおけるPMDが0.1ps/(km)^{1/2}以下であるので、光通信を高速で行うことが可能となる。さらに、分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおける有効コア断面積が40~70 μm^2 であるので、非線型光学現象に因る信号光の波形劣化が更に抑制され、ケーブル化等で発生する曲げに対しても、伝送損失の増加を抑制することができる。

【0036】

請求項2の発明によれば、波長1550nmにおける伝送損失が0.200dB/km以下であるので、分散シフト光ファイバは、伝送損失が十分に小さいという効果を奏する。このため、この発明の分散シフト光ファイバを用いた光伝送システムは、中継間隔が長くなり、光増幅器の設置台数が少なくなるので、全体として安価なものとなる。

【0037】

請求項3の発明によれば、波長1383nmにおける伝送損失が、波長1310nmにおける伝送損失よりも小さく、水素エージング試験前後における波長1383nmにおける伝送損失の増加量が0.04dB/km以下であるので、分散シフト光ファイバは、水分に伴う水酸イオン(OH基)に起因した吸収ピークが存在する波長1383nm付近の波長をも信号光波長として用いることができるので、伝送容量が更に増大するという効果を奏する。

【0038】

請求項4の発明によれば、22m長におけるケーブルカットオフ波長が、1300nm以下であるので、分散シフト光ファイバは、波長1300nm以上でシングルモード動作が可能となるため、1300nm~1625nmの波長範囲全体を信号波長帯域とするWDM伝送路を実現することができるという効果を奏する。

【0039】

また、請求項5の発明によれば、光軸中心を含み、第1の屈折率を有する中心コアと、前記中心コアを取り囲み、前記第1の屈折率より小さい第2の屈折率を有する第2コアと、前記第2コアを取り囲み、前記第2の屈折率より大きい第3の屈折率を有する第3コアと、前記第3コアを取り囲み、前記第3の屈折率より小さい第4の屈折率を有するクラッドとを備えるので、波長領域1530~1625nmにおいて波長分散が-1.0~-10.0ps/nm/kmとなる分散シフト光ファイバが実現されるという効果を奏する。

【0040】

また、請求項6の発明によれば、前記中心コア、前記第2コアおよび前記第3コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に設定され、請求項7の発明によれば、前記中心コアおよび前記第3コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が正に、前記第2コアは、前記クラッドに対する比屈折率差が負に、それぞれ設定されているので、ゼロ分散波長が16

40 nmよりも長波長側に存在し、波長領域1530～1625 nmにおける波長分散が $-1.0 \sim -10.0 \text{ ps/nm/km}$ 、分散スロープが $0.07 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 未満の正の値、波長1550 nmにおけるPMDが $0.1 \text{ ps}/(\text{km})^{1/2}$ 以下、波長1550 nmにおける有効コア断面積が $40 \sim 70 \mu\text{m}^2$ となる分散シフト光ファイバが実現されるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1を示し、(a)は分散シフト光ファイバの構成図、(b)は屈折率プロファイルを示す図である。

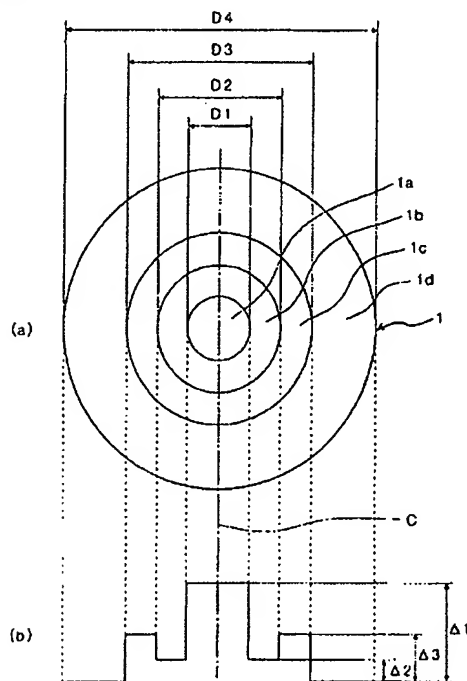
【図2】この発明に係る分散シフト光ファイバの波長分散特性を示す図である。

【図3】この発明の実施の形態2を示し、(a)は分散シフト光ファイバの構成図、(b) 10
は屈折率プロファイルを示す図である。

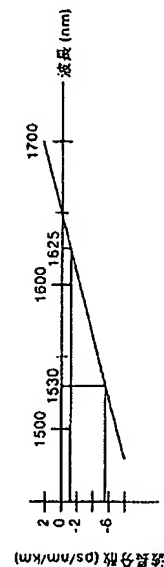
【符号の説明】

- 1, 2 分散シフト光ファイバ
- 1a, 2a 中心コア
- 1b, 2b 第2コア
- 1c, 2c 第3コア
- 1d, 2d クラッド
- D1～D4 外径
- C 光軸中心

【図1】



【図2】



【図3】

